

10/593673

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI05/050101

International filing date: 22 March 2005 (22.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI
Number: 20045098
Filing date: 25 March 2004 (25.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 22 June 2005 (22.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)

Best Available Copy



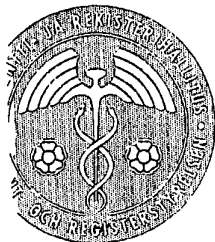
World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 3.6.2005

10/593673
PCT/FI2005/050101

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Cadfast Oy
Oulu

Patenttihakemus nro
Patent application no

20045098

Tekemispäivä
Filing date

25.03.2004

Kansainvälinen luokka
International class

G06T

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, laite ja tietokoneohjelma"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings, originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1142/2004 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1142/2004 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A
P.O.Box 1160
FI-00101 Helsinki, FINLAND

Puhelin: 09 6939 500
Telephone: + 358 9 6939 500

Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

1
L1

Menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, laite ja tietokoneohjelma

Ala

- 5 Keksinnön kohteina ovat menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, ja tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin.

Tausta

- 10 Tietokoneavusteinen grafiikka edellyttää käytettäviltä laitteilta mittavia laskenta- ja muistiresursseja. Eräs tapa vähentää mainittujen resurssien tarvetta on hyödyntää graafisissa esityksissä erilaisia polygonimalleja, joissa graafisia rakennekokonaisuuksia generoidaan kuvaelementtien kuten kolmioiden avulla.

- 15 Tunnetun tekniikan mukaisissa tietokonesovelluksissa polygonimalli muodostetaan käyttäen ääripistetietorakennetta ja indeksitietorakennetta. Ääripistetietorakenne sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet ja on tyypillisesti lineaarinen ja staattinen. Indeksitietorakenteen alkiot osoittavat tyypillisesti ääripisterakenteen alkioihin assosioituneiden ääripistetietorakenteen sisältämät ääripisteet polygonimallin kuvaelementteihin. Indeksitietorakenne käsittää tyypillisesti aktiivisen osan, jonka alkiot määrittävät polygonimallin graafisesti esitettävän osan.

- 20 Polygonimallin graafisesti esitettävän osan prosessointiin liittyvän laskenta- ja muistiresurssien tarpeen vähentämiseksi polygonimallin graafisesti esitettävää osaa voidaan joutua modifioimaan. Modifiointi voidaan suorittaa poistamalla kuva-avaruudesta ääripisteitä muuttaen samalla ääripisteiden välisiä kytkentöjä. Käytännössä tämä tapahtuu tyypillisesti modifioimalla indeksitaulukon aktiivista osaa.

- 30 Modifiointi pyritään tässä yhteydessä yleensä suorittamaan siten, että modifioinnin vaikutus polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkoasuun pysyisi mahdollisimman vähäisenä. Indeksitietorakenne ja ääripistetietorakenne voivat sisältää miljoonia alkioita ja täten on hyödyllistä tarkastella tehokkaita tapoja suorittaa tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointia, joka liittyy polygonimallin graafisesti esitettävän osan modifiointiin.

Lyhyt selostus

- Keksinnön tavoitteena on toteuttaa menetelmä, menetelmän toteut-
tava laite ja menetelmän toteuttava tietokoneohjelma siten, että saavutetaan
tehokas tapa prosessoida polygonimallia. Tämä saavutetaan menetelmällä
5 tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin. Keksinnön mukaisessa me-
netelmässä muodostetaan ääripistetaulukko, joka on lineaarinen ja staattinen
sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet; muodostetaan
indeksitaulukko, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät polygonimallin
kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin ääripistetaulukossa
10 ja joka indeksitaulukko sisältää aktiivisen osan, jonka alkioden määräävät
kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan;
muodostetaan hierarkinen tietorakenne, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden
jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut
osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen
15 tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon aktiivisen osan alkioihin;
ja pelkistetään polygonimallin graafisesti esitettävää osaa hierarkisen
tietorakenteen avulla indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

- Keksinnön kohteena on myös laite tietokoneavusteisen polygoni-
mallin prosessointiin. Keksinnön mukainen laite käsittää ääripistetaulukon, joka
20 on lineaarinen ja staattinen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripis-
teet; indeksitaulukon, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät polygoni-
mallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin, ja joka indek-
sitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioden määräävät kuvaelementit
sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; hierarkisen tietoraken-
25 teen, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa,
jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason
solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitau-
lukon aktiivisen osan alkioihin; ja prosessointiyksikön, joka on kytketty indeksi-
taulukoon, hierarkiseen tietorakenteeseen ja ääripistetaulukoon polygonimal-
30 lin graafisesti esitettävän osan pelkistämiseksi hierarkisen tietorakenteen avul-
la indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

- Keksinnön kohteena on myös tietokoneohjelma polygonimallin pro-
sessointiin, joka tietokoneohjelma on sisällytetty tietokoneen luettavalle tietovä-
lineelle. Keksinnön mukainen tietokoneohjelma käsittää: ääripistetaulukon, jo-
35 ka on lineaarinen ja staattinen ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien
ääripisteet; indeksitaulukon, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät po-

lygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin, ja joka indeksitaulukko käsittää aktiivisen osan, jonka alkioden määräämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan; hierarkisen tietorakenteen, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuvavarauudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuhin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon aktiivisen osan alkioihin; ja tietokoneella suoritettavat komennot pelkistää polygonimallin graafisesti esitettävää osaa hierarkisen tietorakenteen avulla indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

10 Keksinnön edullisia suoritusmuotoja kuvataan epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksintö perustuu siihen, että ääripistetaulukkoon kohdistetaan hierarkisesta tietorakenteesta epäsuora osoitus, joka muodostetaan osoittamalla hierarkisen tietorakenteen alkioilla indeksitaulukkoon ja edelleen osoittamalla 15 indeksitaulukosta ääripistetaulukkoon. Hierarkkinen tietorakenne sisältää hierarkiseen rakenteeseensa koodattuna ääripistetaulukon sisältämän yksityiskohtaisuustiedon, jota käytetään polygonimallin pelkistämisen perustana.

Keksinnön mukaisella menetelmällä, laitteella ja tietokoneohjelmalla saavutetaan useita etuja. Eräänä etuna saavutetaan nopea polygonimallin 20 prosessointi, koska ääripistetaulukon ja indeksitaulukon alkioita ei tarvitse systemaattisesti käydä läpi pelkistämisen yhteydessä, vaan hierarkian määräämät ääripisteet voidaan poistaa modifioimalla indeksitaulukkoa hierarkisen tietorakenteen sisältämän yksityiskohtaisuustiedon perusteella.

Kuvioluettelo

- 25 Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joissa
- kuvio 1A esittää ensimmäisen esimerkin polygonimallista;
 - kuvio 1B esittää toisen esimerkin polygonimallista;
 - kuvio 2 esittää esimerkin ääripistetaulukosta ja indeksitaulukosta;
 - 30 kuvio 3A esittää ensimmäisen esimerkin ääripistetaulukosta, indeksitaulukosta ja hierarkisesta tietorakenteesta;
 - kuvio 3B esittää toisen esimerkin ääripistetaulukosta, indeksitaulukosta ja hierarkisesta tietorakenteesta;
 - 35 kuvio 4 esittää esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen laitteen suoritusmuodoista;

kuvio 5 esittää ensimmäisen esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen menetelmän suoritusmuodoista;

kuvio 6 esittää toisen esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen menetelmän suoritusmuodoista; ja

5 kuvio 7 esittää kolmannen esimerkin esitetyn ratkaisun mukaisen menetelmän suoritusmuodoista.

Suoritusmuotojen kuvaus

Viitaten kuvioon 1A tarkastellaan esitetyn ratkaisun mukaisen erään suoritusmuodon mukaista polygonimallia 100A. Esitetyssä esimerkissä tarkas-
10 tellaan kaksiulotteista polygonimallia 100A, jonka kuvaelementit 130A, 132A, 134A, 136A, 138A, 140A, 142A ovat kolmioita. Polygonimalli on kokoelma kuvaelementtejä, joiden avulla esitetään haluttu graafinen objekti kuten esimerkiksi geometrinen kuvio. Esitetty ratkaisu ei kuitenkaan rajoitu kaksiulotteiseen polygonimalliin, vaan kyseessä voi olla myös useampiulotteinen polygonimalli.

15 Polygonimallin 100A kuvaelementit 130A-142A määräytyvät ääripisteistä 110A, 112A, 114A, 116A, 118A, 120A, 122A yhdistettäessä ääripisteet 110A-122A halutulla tavalla. Kukin ääripiste 110A-122A voi toimia ääripisteenä useammalle kuin yhdelle kuvaelementille 130A-142A. Ääripiste tunnetaan myös nimellä vertex, ja ääripistetaulukko nimellä vertex-taulukko.

20 Kuviossa 1B esitetään kuvion 1A polygonimallin graafinen esitys 100B polygonimallin 100A graafisesti esitettävän osan kuvaelementtien modifiointin jälkeen. Polygonimallin ääripisteet 110A-122A ovat pysyneet muuttomattomina modifiointissa, mutta ääripisteiden 110A-122A kytkeytyneisyinformaatio on muuttunut siten, että ääripistettä 122A ei kuviossa 1B liitetä mi-
25 hinkään kuvaelementtiin. Modifikaation seurauksena polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta häviää kaksi kolmiota, ja kolmiot 130A, 132A, 138A ja 142A korvautuvat kolmioilla 130B, 132B, ja 138B. Tällöin polygonimallin 100A ääripisteeseen 122A liitetyt kolmioiden särmät on romahdutettu, ja särmien romahtamisessa muodostunut aukko on täytetty muuttamalla polygonimallin
30 kytkeytyneisyinformaatiota. Modifikaation tuloksena polygonimallin yksityiskohtaisuus on muuttunut, mutta visuaalinen ulkoasu on säilynyt edelleen tunnistettavana. Vastaavalla tavalla poistamalla tai lisäämällä ääripisteitä polygonimallin esitettävästä osasta ja muuttamalla ääripisteiden kytkeytyneisyinformaatiota polygonimallin graafista ilmentymää voidaan yksityiskohtaistaa tai
35 karkeistaa.

Kuviossa 2 tarkastellaan esimerkkiä lineaarisesta ääripistetaulukosta 202, joka sisältää kolmiulotteisen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet 210, 220, 230 ja 240. Kolmiulotteisessa esityksessä kukin ääripiste 210, 220, 230 ja 240 muodostuu tyypillisesti peräkkäin keskenään ennalta tunnettuun järjestykseen sijoitetusta x-, y- ja z- ääripistekoordinaatista, jolloin kunkin ääripisteen 210, 220, 230, 240 osoittamiseksi riittää tieto kyseisen ääripisteen 210, 220, 230, 240 yhden ääripistekoordinaatin sijainnista lineaarisessa ääripistetaulukossa 202. Esimerkiksi ääripisteiden 210, 220, 230, 240 ääripistekoordinaatit ovat (212, 214, 216), (222, 224, 226), (232, 234, 236) ja (242, 244, 246) mainitussa järjestyksessä. Ääripisteet 210, 220, 230 ja 240 voivat sijaita keskenään missä tahansa kohtaa lineaarista ääripistetaulukkoa 202, kunhan ääripisteiden 210, 220, 230, 240 sijainti on tiedossa. Eräässä suoritusmuodossa lineaarisen ääripistetaulukon 202 alkiot ovat liukulukuja. Ääripisteiden lukumäärä 210, 220, 230, 240 riippuu polygonimallin koosta ja käytettävästä tietokoneen muistikapasiteetista.

Esitetyssä ratkaisussa lineaarinen ääripistetaulukko 202 on staattinen. Lineaarisen ääripistetaulukon 202 lineaarisuus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että ääripistetaulukko 202 on yksiulotteinen taulukko, jonka alkiot muodostavat katkeamattoman tietorakenteen muistiavaruudessa. Lineaarisen ääripistetaulukon 202 staattisuus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että lineaarinen ääripistetaulukko 202 pysyy muuttumattomana polygonimallia prosessoitaessa. Täten lineaarisen ääripistetaulukon 202 kunkin ääripisteen 210, 220, 230, 240 ääripistekoordinaatin muistiosoitus säilyy muuttumattomana.

Kuviossa 2 esitetään esimerkki lineaarisesta indeksitaulukosta 204, jonka alkiot 252, 254, 256, 258, 260, 262, 264 määrittelevät polygonimallin kuvaelementit. Kukin indeksitaulukon 204 alkio 252-264 osoittaa johonkin lineaarisen ääripistetaulukon 202 ääripisteeseen 210, 220, 230, 240 siten, että kyseiseen lineaarisen indeksitaulukon 204 alkioon assosioitavan kuvaelementin yksi särmä piirretään osoitetun ääripisteen 210, 220, 230, 240 kautta.

Oletetaan esimerkiksi, että kolmion muotoinen kuvaelementti määräytyy ääripisteistä 210, 230 ja 240. Tällöin lineaarisessa indeksitaulukossa 204 on kolme viitettä lineaariseen ääripistetaulukkoon 202, ja kuvaelementti määritellään lineaarisen indeksitaulukon 204 avulla siten, että esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 204 alkio 252 osoittaa lineaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka sisältää ääripisteen 210 koordinaatit 212, 214 ja 216. Vastaavasti esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 204 alkio 254 osoittaa li-

neaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka palauttaa ääripisteen 220 koordinaatit 222, 224 ja 226. Lisäksi esimerkiksi lineaarisen indeksitaulukon 204 alkio 256 osoittaa lineaarisen ääripistetaulukon 202 muistipaikkaan, joka palauttaa ääripisteen 230 koordinaatit 232, 234 ja 236.

- 5 Eräässä suoritusmuodossa saman kuvaelementin määrittävät lineaarisen indeksitaulukon 204 alkiot ovat perättäin lineaarisessa indeksitaulukossa 204. Lineaarisen indeksitaulukon 204 alkiot ovat kokonaislukumuuttujia.

- 10 Esitetyssä ratkaisussa lineaarinen indeksitaulukko 204 käsittää aktiivisen osan 266, jonka alkioden 252-258 määrittämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan. Polygonimallin graafisesti esitettävä osa käsittää ne kuvaelementit, jotka näytetään esimerkiksi tietokoneen graafisessa käyttöjällytyksessä tai välitetään esimerkiksi tietoverkossa muuhun tietokoneeseen. Polygonimallin graafisesti esitettävän osan piirtoprosessissa käydään läpi lineaarisen indeksitaulukon 204 aktiivisen osan 266 alkiot 252-15 258.

Kuviossa 2 esitetään lisäksi indeksitaulukon 204 passiivinen osa 268. Passiivisen osan 268 alkioden 260, 262, 264 määrittämät kuvaelementit kuuluvat graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle, joten kyseisiä kuvaelementtejä ei esitetä graafisesti.

- 20 Eräässä suoritusmuodossa aktiivinen osa 266 muodostuu muistiavaruuteen siten, että aktiivinen osa 266 muodostaa lineaarisen muistilohkon, jonka ensimmäinen ja viimeinen muistiosoite tunnetaan, ja passiivinen osa 268 muodostaa lineaarisen muistilohkon aktiivisen osan 266 perään siten, että indeksitaulukko 202 täyttää yhtenäisen muistiavaruuden. Tällöin polygonimallin graafisesti esitettävä osa voidaan poimia indeksitaulukosta 202 tietämällä pel-25 kästään aktiivisen osan 266 alku muistiavaruudessa ja aktiivisen osan 266 koko. Mainittu ominaisuus nopeuttaa esimerkiksi tietokoneen näytönohjaimen toimintaa huomattavasti.

- Kuvion 3A esimerkissä esitetään lineaarinen ääripistetaulukko 30 304A, lineaarinen indeksitaulukko 306A ja hierarkinen tietorakenne 302A.

- Esimerkin lineaarinen indeksitaulukko 306A sisältää alkiot 312A, 314A, 316A, 318A, 320A, jotka osoittavat ääripistetaulukon 304A alkioihin 324A, 326A, 322A, 328A, 330A esitetyssä järjestyksessä. Ääripistetaulukon 306A alkiot 322A-330A voivat olla esimerkiksi ääripisteiden x-komponentteja,35 jolloin x- ja y-koordinaatit saadaan koordinaattien keskinäisestä järjestyksestä. Vastaavasti indeksitaulukon 306A alkiot 312A-320A voivat kukin edustaa yhtä

- kolmiota, jolloin kolmion kaksi muuta indeksia saadaan ensimmäisestä perustuen esimerkiksi indeksitaulukon 306A alkioden järjestykseen. Esimerkissä alkiot 312A-320A kuuluvat indeksitaulukon aktiiviseen osaan 308A, jolloin ääripisteet 322A-330A esitetään graafisesti. Indeksitaulukko 306A sisältää lisäksi
- 5 passiivisen osan 310A, jonka alkioita ei ole kuviossa 3A erikseen näytetty.

Esimerkin hierarkkinen tietorakenne 302A käsittää alkiot 334A, 336A, 338A, 340A, 342A, 344A, 346A, 348A.

- Hierarkkisen tietorakenteen 302A alkio 334A on juurisolmu, joka on hierarkiassa ylimmällä tasolla. Juurisolmu 334A sisältää osoittimet hierarkiassa seuraavan alemman tason solmuihin 336A, 338A.
- 10

- Eräässä suoritusmuodossa hierarkkinen tietorakenne 320A on kasipuun (Octree), jossa jokaisella solmulla on kahdeksan lapsisolmuja. Tietokonegraafikassa kasipuuta käytetään kolmiulottelisen avaruuden rekursiiviseen jaamiseen aliavaruuksiksi. Kukin aliavaruus voidaan jakaa kasipuulla siten, että
- 15 solmu kuvaa avaruutta ja solmun kahdeksasta lapsisolmusta kukin kuvaa yhden sektorin, jotka syntyvät silloin kun avaruus jaetaan kunkin koordinaattiakselin suuntaisesti kahteen aliavaruuteen.

- Esimerkin solmu 338A on kyseisen alipuun alimman hierarkiatason solmu eli lehtisolmu. Lehtisolmu 338A sisältää osoittimen indeksitaulukon 20 306A alkioon 320A. Täten lehtisolmu 338A osoittaa epäsuorasti indeksitaulukon 306A alkion 320A kautta ääripistetaulukon 304A alkioon 330A.

- Solmu 336A sisältää osoittimet hierarkiassa seuraavaksi alemman tason solmuihin 340A ja 342A, joista solmu 342A on lehtisolmu sisältäen osoittimen indeksitaulukon alkioon 318A. Täten lehtisolmu 342A osoittaa epäsuorasti indeksitaulukon 306A alkion 318A kautta ääripistetaulukon 304A alkioon
- 25 328A.

- Solmu 340A sisältää osoittimet lehtisolmuihin 344A, 346A, 348A, jotka sisältävät osoittimet indeksitaulukon 306A aktiivisen osan 308A alkioihin 312A, 314A, 316A esitetyssä järjestyksessä. Täten lehtisolmut 344A, 346A, 30 348A osoittavat epäsuorasti indeksitaulukon 306A alkioden 312A, 314A, 316A kautta ääripistetaulukon 304A alkioihin 324A, 326A, 322A esitetyssä järjestyksessä.

- Kasipuurakenteessa lehtisolmuja 344A-348A on kahdeksan kappaletta, ja ne määräävät kyseisen haaran pienimmän tilavuusalkion ääripiste-
- 35 koordinaatit.

Hierarkkisen tietorakenteen 302A hierarkia perustuu tyypillisesti ääripisteiden 322A-330A jakautumiseen kuva-avaruudessa. Hierarkkinen tietorakenne 302A voidaan muodostaa esimerkiksi jakamalla polygonimallin esittämä koordinaattiavaruus hierarkisiin sektoreihin perustuen ääripistetaulukon 304A sisältämiin ääripisteisiin 322A-330A. Hierarkkiset sektorit ovat tyypillisesti ääripisteiden rajaamia kolmiulotteisia rakenteita, joissa hierarkisesti alemmat rakenteet ovat hierarkisesti ylemmien rakenteiden sisällä. Kutakin hierarkista sektoria edustaa yksi hierarkisen tietorakenteen 302A solmu 334A-348A, johon sisällytetään hierarkiassa seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet. Alimman hierarkisen sektorin ääripisteisiin osoittavien indeksitaulukon 206A alkioihin osoittavat osoittimet sisällytetään lehtisolmuihin 338A, 342A, 344A-348A.

Esitetyssä ratkaisussa polygonimallin graafisesti esitettävää osaa pelkistetään hierarkisen tietorakenteen 302A avulla indeksitaulukon 306A lineaarisuus säilyttäen.

Kuviossa 3B esitetään esimerkki lopputilanteesta, jossa kuvion 3A alkutilanteen polygonimallin graafisesti esitettävää osaa on pelkistetty. Tilanne voi vastata kuvioden 1A ja 1B esittämää esimerkkiä, jossa ääripiste 122A on poistettu polygonimallin graafisesti esitettävästä osasta ja jäljelle jäävien ääripisteiden välistä kytkeytyneisyyttä on muutettu siten, että kolmiot täyttävät kuva-avaruuden.

Kuvion 3B esimerkki edustaa tilannetta, jossa polygonimallin graafisesti esitettävää osaa on pelkistetty poistamalla kuvion 3A ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmuja 344A-348A. Samalla sisällytetään mainitun ainakin kahden lehtisolmun 344A, 346A, 348A osoittamien indeksitaulukon 306A alkioiden 312A, 314A, 316A osoittamia ääripisteitä 324A, 326A, 322A edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun 340B, jolloin mainitusta ylemmän tason solmusta 340B tulee lehtisolmu. Lisäksi poistetaan mainitun ainakin kahden saman hierarkisen tason lehtisolmun 344A, 346A, 348A osoittama ainakin yksi indeksitaulukon 306A alkio 312A, 314A, 316A aktiivisesta osasta 308A. Kukin aktiivisesta osasta 308A poistettu kolmio edellyttää kolmen indeksitaulukon 206A alkion siirtämistä aktiivisesta osasta 308A. Ääripistetaulukko 304B pysyy muuttumattomana.

Alkioiden 312A, 314A, 316A osoittamia ääripisteitä 324A, 326A, 322A edustava paikkatieto voidaan valita usella eri tavoilla. Eräässä suoritusmuodossa alkio 312A, 314A, 316A samaistetaan johonkin poistetuista alkiol-

- ta 312A, 314A, 316A. Esimerkissä alkiot 312A, 314A, 316A samaistetaan alkioon 314A, jolloin ääripiste 326A edustaa ääripisteitä 324A, 326A, 322A pelkistämisen jälkeen. Edustava indeksitaulukon alkio voidaan valita satunnaisesti tai valinta voi perustua graafisesta esityksestä poistettavien ääripisteiden
- 5 324A, 326A, 322A koordinaattianalyysiin.

- Indeksitaulukon 306A lineaarisuuden säilyttämiseksi Indeksitaulukon 306A aktiivisesta osasta 308A poistettujen alkioden 312A-316A tilalle voidaan siirtää muita alkioita esimerkiksi aktiivisen osan 308A lopusta ja samalle lyhentää aktiivisen osan 308A kokoa siten, että tyhjiä muistipaikkoja ei muodostu.
- 10 Tuloksena saadaan kuvion 3B indeksitaulukko 308B, jonka aktiiviseen osaan 308B jää alkio 314A alkuperäiselle paikalleen ja alkiot 318A ja 320A siirretään alkioden 312A ja 316A paikoille mainitussa järjestyksessä.

- Alkioden 312A, 316A poistaminen voidaan suorittaa siten, että alkiot 312A, 316A siirretään aktiivisesta osasta 306A passiiviseen osaan 306A.
- 15 Tällöin lopputuloksena saadaan kuvion 3B mukainen passiivinen osa 310B, joka sisältää alkiot 312A, 316A. Samalla passiivisen osan 306B koko on kasvanut suhteessa kuvion 3A passiiviseen osan 310A kokoon.

- Indeksitaulukon linearisointi edellyttää tyypillisesti muutoksia myös hierarkisessa tietorakenteessa 302B. Solmut 334A ja 336A voidaan säilyttää muuttumattomina, mutta kuvion 3A solmuja 338A, 340A, 342A vastaavien kuvion 3B solmujen 338B, 340B, 342B sisältämien osoittimien arvot muuttuvat vastaamaan alkioden 318A ja 320A osoitteita Indeksitaulukossa 306B.
- 20 Indeksitaulukkoon 306A kohdistuva modifiointi voidaan suorittaa LOD-objektin (LOD, Level-Of-Detail) avulla. LOD-objekti hyödyntää hierarkisen tietorakenteen 302A sisältämää solmujen välistä hierarkiatietoa ja toteuttaa LOD-algoritmin, joka pystyy lisäämään ja/tai poistamaan polygonimallin yksityiskohtia. LOD-objekti koodaa tyypillisesti polygonimallin muutokset laitteen muistiin käänteistoimitusta varten. Tällöin LOD-objekti pitää sisällään tiedon siitä, mitkä indeksitaulukon 306A alkiot on muutettu.

- 30 Esitetty ratkaisu mahdollistaa sen, että LOD-oliota rakennettaessa ei tarvitse käydä läpi koko indeksitaulukkoa 306A, koska modifiointi kohdistuu suoraan hierarkisen tietorakenteen 302A määräämiin alkioihin. Lisäksi LOD-olion avulla suoritetaan aktiivisen osan 308A uudelleenjärjestely.
- 35 Viitaten kuvioon 4 esitetyn ratkaisun mukainen laite 400 sisältää lineaarisen ja staattisen ääripistetaulukon (VRTX) 402, lineaarisen Indeksitaulukon (INDX) 404, hierarkisen tietorakenteen (OCTR) 406 sekä prosessointiyksik-

kön (PU) 408, joka on kytketty ääripistetaulukkoon 402, indeksitaulukkoon 404 ja hierarkiseen tietorakenteeseen 406. Lisäksi laite 400 käsittää muistiyksikön (MEM) 410 ohjelmointikoodin varastoimiseksi.

- 5 Ääripistetaulukko 402, indeksitaulukko 404 ja hierarkinen tietorakenne 406 voidaan toteuttaa muistiyksikön 410 tai ääripistetaulukolle 402, indeksitaulukolle 404 ja hierarkinen tietorakenteelle 406 erikseen varatun muistilohkon avulla. Alan ammattimiehelle on selvää kuinka toteuttaa mainitut tietorakenteet ja suorittaa niiden muistin osoitus. Esimerkki ääripistetaulukon 402, indeksitaulukon 404 ja hierarkisen tietorakenteen 406 välisistä relaatioista on
- 10 esitetty kuvioissa 2, 3A ja 3B.

Prosessointiyksikkö 408 suorittaa polygonimallin graafisesti esitettävän osan pelkistämisen hierarkisen tietorakenteen 406 avulla siten, että indeksitaulukon 404 lineaarisuus säilyy.

- 15 Prosessointiyksikkö 408 vastaanottaa datavirran 428, joka sisältää ääripisteiden koordinaatit 212-244 sekä tiedon siitä miten ääripisteet yhdistetään kuvaelementtien muodostamiseksi.

Prosessointiyksikkö 408 muodostaa ääripistetaulukon 402 ja indeksitaulukon 404 datavirran 428 perusteella.

- 20 Prosessointiyksikkö 408 muodostaa lisäksi hierarkisen tietorakenteen 406 perustuen ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa.

Prossessori voi muodostaa ääripistetaulukon 402, indeksitaulukon 404 ja hierarkisen tietorakenteen esimerkiksi muistiyksiköstä 410 ladatuksi tietokoneohjelman 434 sisältämien käskyjen perusteella.

- 25 Oletetaan, että ääripistetaulukko 402, indeksitaulukko 404 ja hierarkinen tietorakenne 406 on muodostettu. Polygonimallin graafisesti esitettävä osa 432 voidaan muodostaa lataamalla prosessointiyksikköön 408 indeksitaulukon 404 aktiivisen osan alkiot 420 ja lataamalla alkioiden 420 osoittamat ääripisteet 424 ääripistetaulukosta 402.

- 30 Polygonimallin graafisesti esitettävä osa 432 voidaan tulostaa esimerkiksi tietokoneen näytönohjaimen.

Eräässä suoritustavassa prosessointiyksikkö 408 vastaanottaa modifiointikomennon 430, joka sisältää ohjeen pelkistää polygonimallin graafisesti esitettävää osaa.

- 35 Modifiointikomennon 430 tarkoitus on esimerkiksi saada aikaan polygonimallin graafisesti esitettävän osan pelkistys siten, että polygonimallin visuaalinen ilmentymä muuttuu mahdollisimman vähän. Polygonimallin graafi-

sesti esitettävä osa määrää esimerkiksi tietokoneen grafiikalle asetetun kuor-
 man, jota voidaan säätää modifioimalla polygonimallin graafisesti esitettävää
 osaa ja/tai kokoa. Esimerkiksi CAD-kuvien (CAD, Computer Aided Design)
 transformaatiossa, kuten rotaatiossa, ääripistetaulukon ääripisteisiin kohdiste-
 5 taan matemaattisia operaatioita, jotka voivat muodostua laskennallisesti hyvin
 raskaaksi suurten polygonimallien tapauksessa. Tällöin polygonimallin graafi-
 sesti esitettävän osan kuvaelementtejä täytyy poistaa, jolloin polygonimallin
 visuaalisen ilmentymän tarkkuus heikkenee.

Modifiointikomennon 430 saatuaan prosessointiyksikkö 408 alkaa
 10 suorittaa LOD-olloon liittyvää algoritmia. Prosessointiyksikkö 408 voi verrata eri
 alipuiden lehtisolmujen hierarkiaa ja päätellä poistettavien lehtisolmujen priori-
 teetit hierarkian perusteella. Alimman hierarkian lehtisolmut osoittavat tyypilli-
 sesti korkeimman tarkkuuden sektoreihin, joiden poistaminen kuva-
 avaruudesta aiheuttaa pienimmän muutoksen polygonimallin graafiseen ilmen-
 15 tymään.

Prosessointiyksikkö 408 voi sisäänsyöttää poistettavien lehtisolmu-
 jen alkiot 416 ja siirtää alkioden 416 osoittamat indeksitaulukon alkiot 422 in-
 deksitaulukon 404 aktiivisesta osasta 412 passiiviseen osaan 414. Lisäksi pro-
 sessointiyksikkö 408 voi suorittaa indeksitaulukon 404 uudelleenjärjestelyn
 20 siten, että indeksitaulukon 404 lineaarisuus säilyy.

Lisäksi prosessointiyksikkö 408 voi suorittaa kuvion 3B esimerkin
 mukaisen hierarkisen tietorakenteen 406 modifioinnin sijoittamalla esimerkiksi
 indeksitaulukon 404 osoittimia 418 hierarkisen tietorakenteen solmuihin.

Eräässä suoritustapaolosuhteissa prosessointiyksikkö 408 poistaa hierar-
 25 kisesta tietorakenteesta 406 ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista leh-
 tisolmua. Lisäksi prosessointiyksikkö 408 sisällyttää mainitun ainakin kahden
 lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioden osoittamia ääripisteitä edus-
 tava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mainitusta ylem-
 män tason solmusta tulee lehtisolmu. Lisäksi prosessointiyksikkö 408 poistaa
 30 mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama
 ainakin yksi indeksitaulukon alkio indeksitaulukon aktiivisesta osasta.

Kuviossa 4 esitetty laite 400 tietokoneavusteisen polygonimallin
 prosessointiin voidaan toteuttaa osana esimerkiksi tietokoneen näytönohjainta,
 digitaalisen television näytönohjainta tai radiojärjestelmän päätelaitteen näy-
 35 tönohjainta. Edellä mainituissa näytönohjaimissa voidaan ajatella olevan digi-
 taalinen tietokone, joka sisältää seuraavat pääosat: keskusyksikkö (CPU,

- Central Processing Unit) ja työmuisti (Working Memory). Keskusyksikkö voi käsittää kolme pääosaa: rekisterit, aritmeettisloogisen yksikön, ja kontrolloivayksikön. Prosessoinnissa tarvittavat tietorakenteet ja ohjelmistot voidaan toteuttaa erilaisilla ohjelmointikielillä. Konfigurointi voidaan toteuttaa ohjelmoimalla, eli
- 5 laatimalla tarvittavan toiminnallisuuden sisältävät ohjelmistot ja tietorakenteet, mutta myös puhtaat laitteistototeutukset esimerkiksi integroiduilla piireillä ovat mahdollisia. Myös sekakäyttö on mahdollista, jossa tietyt toiminnaallisuudet toteutetaan laitetoteutuksena ja osa ohjelmistototeutuksena. Alan ammattilainen huomioi toteutustavan valinnassa esimerkiksi laitteen koolle, hinnalle, ja muille
- 10 tekijöille asetetut kriteerit.

Viitaten kuvioihin 5, 6 ja 7 tarkastellaan esitetyn ratkaisun menetelmän suoritusmuotoja.

Kuviossa 5, menetelmä alkaa 500:ssa;

- 502:ssa muodostetaan ääripistetaulukko 304A, joka on lineaarinen
- 15 ja staattinen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet 322A-330A;

- 504:ssa muodostetaan indeksitaulukko 306A, joka on lineaarinen ja jonka alkiot 312A-320A määräävät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin ääripistetaulukossa 304A ja joka indeksitaulukko 306A sisältää aktiivisen osan 308A, jonka alkioiden määräämät kuvaelementit
- 20 sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan;

- 506:ssa muodostetaan hierarkinen tietorakenne 302A, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden 322A-330A jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut 334A, 336A, 340A osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut 342A,
- 25 338A, 344A, 346A, 348A, osoittavat indeksitaulukon 306A aktiivisen osan 308A alkioihin;

- 508:ssa menetelmä jakaantuu kahteen tapaukseen. Ensimmäisessä tapauksessa modifiointikomento 430 ei vastaanoteta. Tällöin menetelmä päättyy 514:ssa. Päätymisen jälkeen menetelmä voi alkaa alusta mikäli polygonimalli muuttuu.
- 30

Toisessa tapauksessa vastaanotetaan modifiointikomento. Tällöin 510:ssa polygonimallin graafisesti esitettävää osaa pelkistetään hierarkisen tietorakenteen 302A avulla indeksitaulukon 306A lineaarisuus säilyttäen.

- Päätös pelkistämisen jatkamisesta tai lopettamisesta tehdään
- 35 512:ssa. Mikäli pelkistämistä jatketaan, suoritetaan 510:n toimenpiteet kohdistamalla pelkistys olemassa olevaan indeksitaulukkoon 306B käyttämällä ole-

massaolevaa hierarkista tietorakennetta 302B. Mikäli pelkistämistä ei jatketa, menetelmä lopetetaan 514:ssä.

Kuvion 6 vuokaaviossa esitetään esimerkki pelkistysaskeleen 510 suoritustavoista.

- 5 Menetelmä alkaa 600:ssä;
 602:ssä poistetaan hierarkisesta tietorakenteesta 302A ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua 344A-346A;
 604:ssä sisällytetään mainitun ainakin kahden lehtisolmun 344A-346A osoittamien indeksitaulukon alkioiden 312A, 314A, 316A osoittamia ääripistettä 324A, 326A, 322A edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun 340B, jolloin mainitusta ylemmän tason solmusta 340B tulee lehtisolmu;

- 606:ssä poistetaan mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun 344A-346A osoittama ainakin yksi indeksitaulukon 312A, 314A, 316A alku aktiivisesta osasta 308A; ja
 15 lopetetaan menetelmä 608:ssä.

Kuvion 7 vuokaaviossa esitetään esimerkki hierarkisen tietorakenteen muodostamisen suoritustavoista.

- Menetelmä alkaa 700:ssä;
 20 702:ssä jaetaan polygonimallin esittämä koordinaattilavaruus hierarkiin sektoreihin perustuen ääripistetaulukon 304A sisältämiin ääripisteisiin;
 704:ssä sisällytetään kutakin hierarkista sektoria vastaavaan solmuun 334A, 336A, 340A hierarkiassa seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet;
 25 706:ssä sisällytetään alimman hierarkisen sektorin määrääviin ääripisteisiin 322A, 324A, 326A osoittavien indeksitaulukon alkioihin 316A, 312A, 314A osoittavat osoittimet lehtisolmuihin 344A-346A; ja
 lopetetaan menetelmä 708:ssä.

- Eräänä piirteenä keksintö tuottaa tietokoneohjelman tietokoneprosessin suorittamiseksi, joka tietokoneohjelma on sisällytetty tietokoneen luettelalle siirtovälineelle.

- 30 Tietokoneprosessin voi toteuttaa kuvioissa 5, 6 ja 7 esitettyjä menetelmän suoritustavoja käyttäen tietokoneohjelmaan koodattuja tietorakenteita kuten ääripistetaulukkoa 304A, indeksitaulukkoa 306A ja hierarkista tietorakennetta 302A.
 35

Tietokoneohjelma voidaan suorittaa laitteen 400 prosessoriyksikössä 408 ja tallentaa muistiyksikköön 410.

Keksinnön mukaista tietokoneohjelmaa voidaan taltioida ja siirtää käyttäen erilaisia siirtovälineitä ja massamuisteja. Tällaisia ovat esimerkiksi
5 Internet, kiintolevyt, optiset tallennelevyt kuten CD (Compact Disc), muistikortit ja magneettinauhut.

Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten puitteissa.



Patenttivaatimukset

1. Menetelmä tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, käsittäen:
- 5 muodostetaan (502) ääripistetaulukko, joka on lineaarinen ja staattinen sisältäen polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet;
- muodostetaan (504) indeksitaulukko, joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin ääripistetaulukossa ja joka indeksitaulukko sisältää aktiivisen osan, jonka alkioden määräämät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan, tunnettu siitä, että:
- 10 muodostetaan (506) lisäksi hierarkinen tietorakenne, jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon aktiivisen osan alkioihin; ja
- 15 pelkistetään (510) polygonimallin graafisesti esitettävää osaa hierarkisen tietorakenteen avulla indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että pelkistetään (510) polygonimallia siten, että:
- 20 poistetaan (602) hierarkisesta tietorakenteesta ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua;
- sisällytetään (604) mainitun ainakin kahden lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioden osoittamia ääripisteitä edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mainitusta ylemmän tason solmusta tulee lehtisolmu; ja
- 25 poistetaan (606) mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostetaan (504) Indeksitaulukko siten että, indeksitaulukko käsittää lisäksi passiivisen osan, jonka alkioden osoittamat ääripisteet kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja
- 30 pelkistetään (510) polygonimallia siirtämällä ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta passiiviseen osaan.
- 35 4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostetaan (506) hierarkinen tietorakenne siten, että:

jaetaan (702) polygonimallin esittämä koordinaattiavaruus hierarki-
 siin sektoreihin perustuen ääripistetaulukon sisältämiin ääripisteisiin;
 sisällytetään (704) kutakin hierarkista sektoria vastaavaan solmuun
 hierarkiassa seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoit-
 5 timet; ja

sisällytetään (706) alimman hierarkisen sektorin määrääviin ääripis-
 teisiin osoittavien indeksitaulukon alkioihin osoittavat osoittimet lehtisolmuihin.

5. Laite tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, tun-
 nettu siitä, että laite käsittää:
 10 ääripistetaulukon (402), joka on lineaarinen ja staattinen sisältäen
 polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet;
 indeksitaulukon (404), joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät
 polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin, ja
 joka indeksitaulukko (404) käsittää aktiivisen osan (412), jonka alkioiden mää-
 15 räävät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan;
 ja

hierarkisen tietorakenteen (406), jonka hierarkia perustuu ääripistei-
 den jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen (406)
 solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen
 20 tietorakenteen (406) lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon (404) aktiivisen
 osan (412) alkioihin; ja

prosessointiyksikön (408), joka on kytketty indeksitaulukkoon (404),
 hierarkiseen tietorakenteeseen (406) ja ääripistetaulukkoon (402) polygonimal-
 lin graafisesti esitettävän osan pelkistämiseksi hierarkisen tietorakenteen (406)
 25 avulla indeksitaulukon (404) lineaarisuus säilyttäen.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, tunnettu siitä, että
 prosessointiyksikkö (408) on sovitettu poistamaan hierarkisesta tietorakentees-
 ta (406) ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua;

30 prosessointiyksikkö (408) on sovitettu sisällyttämään mainitun aina-
 kin kahden lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioiden osoittamia ääri-
 pisteitä edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mai-
 nitusta ylemmän tason solmusta tulee lehtisolmu; ja

prosessointiyksikkö (408) on sovitettu poistamaan mainitun ainakin
 kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama ainakin yksi indek-
 35 sitaulukon alkio aktiivisesta osasta.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, tunnettu siitä, että indeksitaulukko (404) käsittää lisäksi passiivisen osan (414), jonka alkoiden osoittamat ääripisteet kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja

5 prosessointiyksikkö (408) on sovitettu pelkistämään polygonimallia siirtämällä ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta (412) passiiviseen osaan (414).

8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen laite, tunnettu siitä, että hierarkinen tietorakenne (406) sisältää ääripistetaulukon ääripisteisiin perustuvia hierarkisia sektoreita;

10 kutakin hierarkista sektoria vastaava solmu sisältää hierarkiassa seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet; ja hierarkisen tietorakenteen (406) lehtisolmut sisältävät alimman hierarkisen sektorin määrääviin ääripisteisiin osoittavien indeksitaulukon alkioihin

15 osoittavia osoittimia.

9. Tietokoneohjelma polygonimallin prosessointiin, joka tietokoneohjelma on sisällytetty tietokoneen luettavalle siirtovälineelle, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma käsittää:

20 ääripistetaulukon (402), joka on lineaarinen ja staattinen ja joka sisältää polygonimallin kuvaelementtien ääripisteet;

indeksitaulukon (404), joka on lineaarinen ja jonka alkiot määräävät polygonimallin kuvaelementit osoittamalla kuvaelementtien ääripisteisiin, ja joka indeksitaulukko (404) käsittää aktiivisen osan (412), jonka alkoiden määräävät kuvaelementit sisältyvät polygonimallin graafisesti esitettävään osaan;

25 hierarkisen tietorakenteen (406), jonka hierarkia perustuu ääripisteiden jakautumiseen kuva-avaruudessa, jonka hierarkisen tietorakenteen solmut osoittavat hierarkiassa alemman tason solmuihin ja jonka hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut osoittavat indeksitaulukon aktiivisen osan (412) alkioihin; ja

30 tietokoneella suoritettavat komennot pelkistää (508) polygonimallin graafisesti esitettävää osaa hierarkisen tietorakenteen avulla indeksitaulukon lineaarisuus säilyttäen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että tietokoneohjelma sisältää:

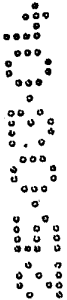
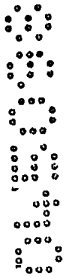
35 tietokoneella suoritettavan komennon poistaa (602) hierarkisesta tietorakenteesta ainakin kaksi hierarkisesti samanarvoista lehtisolmua;

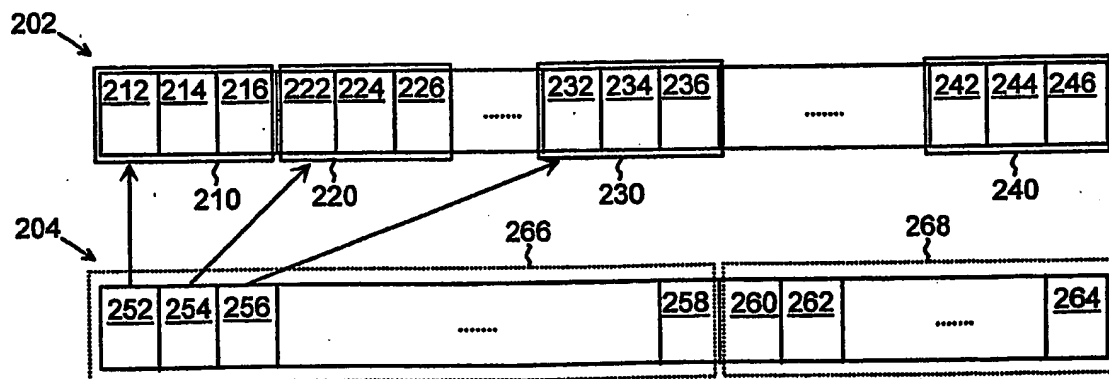
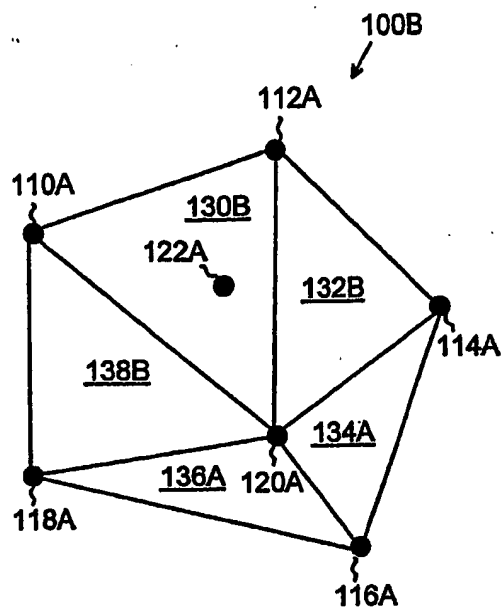
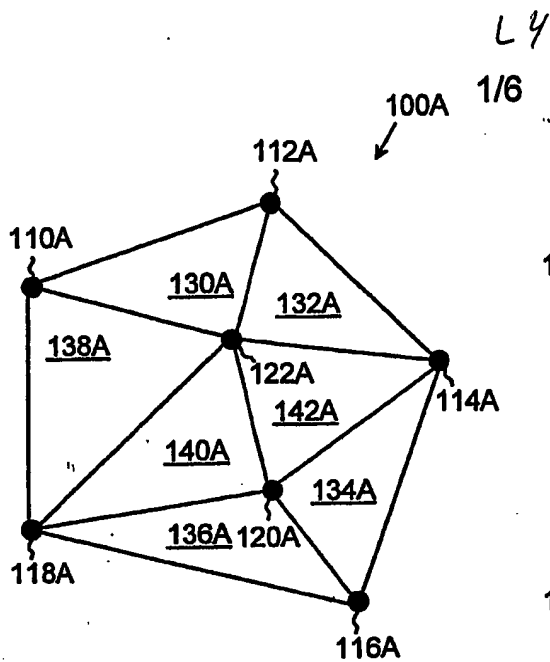
- tietokoneella suoritettavan komennon sisällyttää (604) mainitun ainakin kahden lehtisolmun osoittamien indeksitaulukon alkioden osoittamia ääripisteitä edustava paikkatieto hierarkiassa ylemmän tason solmuun, jolloin mainitusta ylemmän tason solmusta tulee lehtisolmu; ja
- 5 tietokoneella suoritettavan komennon poistaa (606) mainitun ainakin kahden hierarkisesti samanarvoisen lehtisolmun osoittama ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta (412).
11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että indeksitaulukko (404) käsittää lisäksi passiivisen osan (414), jonka alkioden osoittamat ääripisteet kuuluvat polygonimallin graafisesti esitettävän osan ulkopuolelle; ja
- tietokoneohjelma sisältää tietokoneella suoritettavan komennon pelkistää (508) polygonimallia siirtämällä ainakin yksi indeksitaulukon alkio aktiivisesta osasta (412) passiiviseen osaan (414).
- 15 12. Patenttivaatimuksen 9 mukainen tietokoneohjelma, tunnettu siitä, että hierarkinen tietorakenne (406) sisältää ääripistetaulukon ääripisteisiin perustuvia hierarkisia sektoreita;
- seuraavaksi alemman tason sektoreita vastaavien solmujen osoittimet; ja
- 20 hierarkisen tietorakenteen lehtisolmut sisältävät alimman hierarkisen sektorin määrääviin ääripisteisiin osoittavien indeksitaulukon alkioihin osoittavia osoittimia.

L3

(57) Tiivistelmä

Keksintö kohdistuu menetelmään tietokoneavusteisen polygonimallin prosessointiin, sekä menetelmän toteuttavaan laitteeseen ja tietokoneohjelmaan. Keksinnössä polygonimalli esitetään lineaarisen ja staattisen ääripistetaulukon (304A) ja ääripistetaulukon osoittimia sisältävän lineaarisen indeksitaulukon (306A) avulla. Polygonimallin graafisesti esitettävän osan ääripisteiden hierarkiatieto on sisällytetty hierarkiseen tietorakenteeseen (302A), joka osoittaa epäsuorasti indeksitaulukon (306A) välityksellä ääripistetaulukon (304A) ääripisteisiin ja jota hierarkista tietorakennetta (302A) käytetään pelkistettäessä polygonimallin graafisesti esitettävää osaa. Keksintö mahdollistaa tehokkaan tavan redusoida polygonimallin graafisesti esitettävän osan kokoa siten, että redusoinnin vaikutus polygonimallin ulkoasuun säilyy mahdollisimman vähäisenä.
(Kuvio 3A)





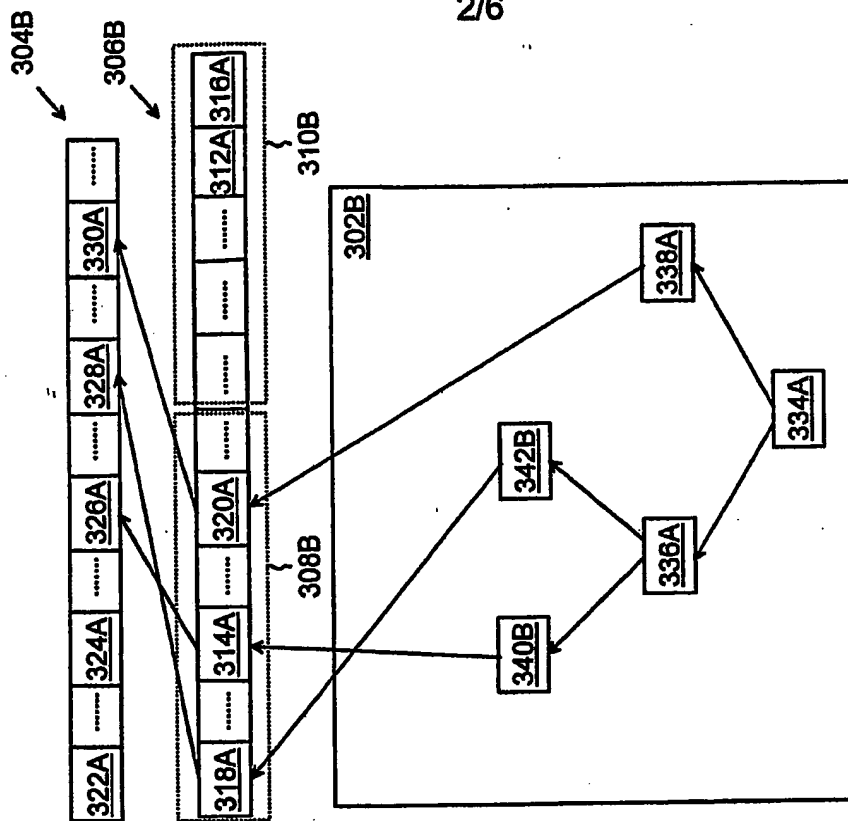
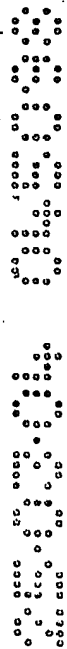


Fig. 3B

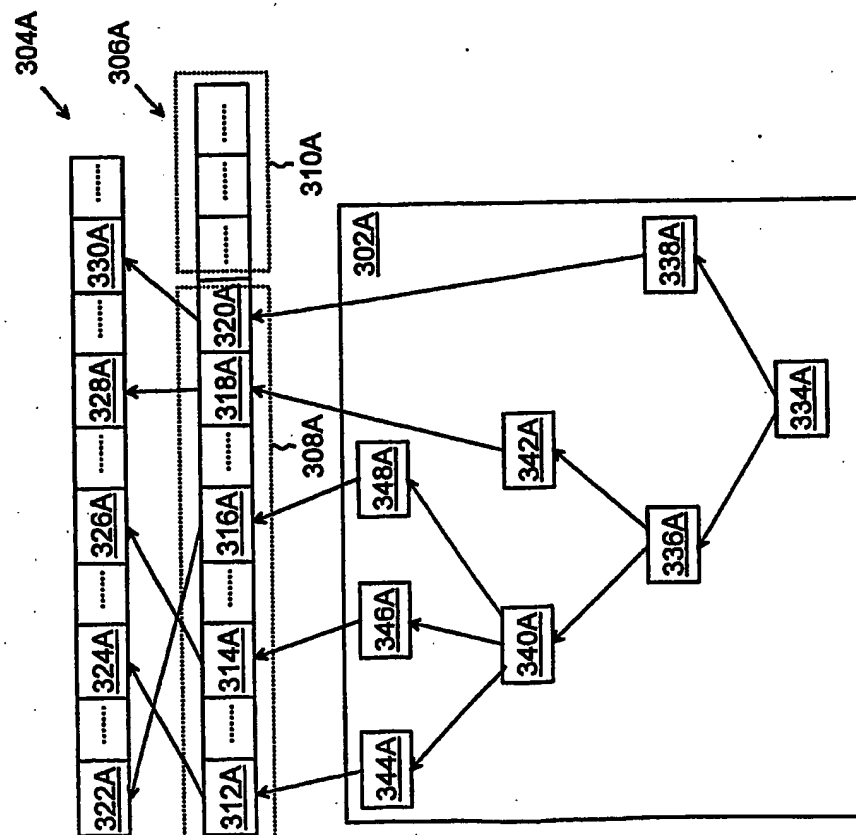


Fig. 3A

L4
3/6

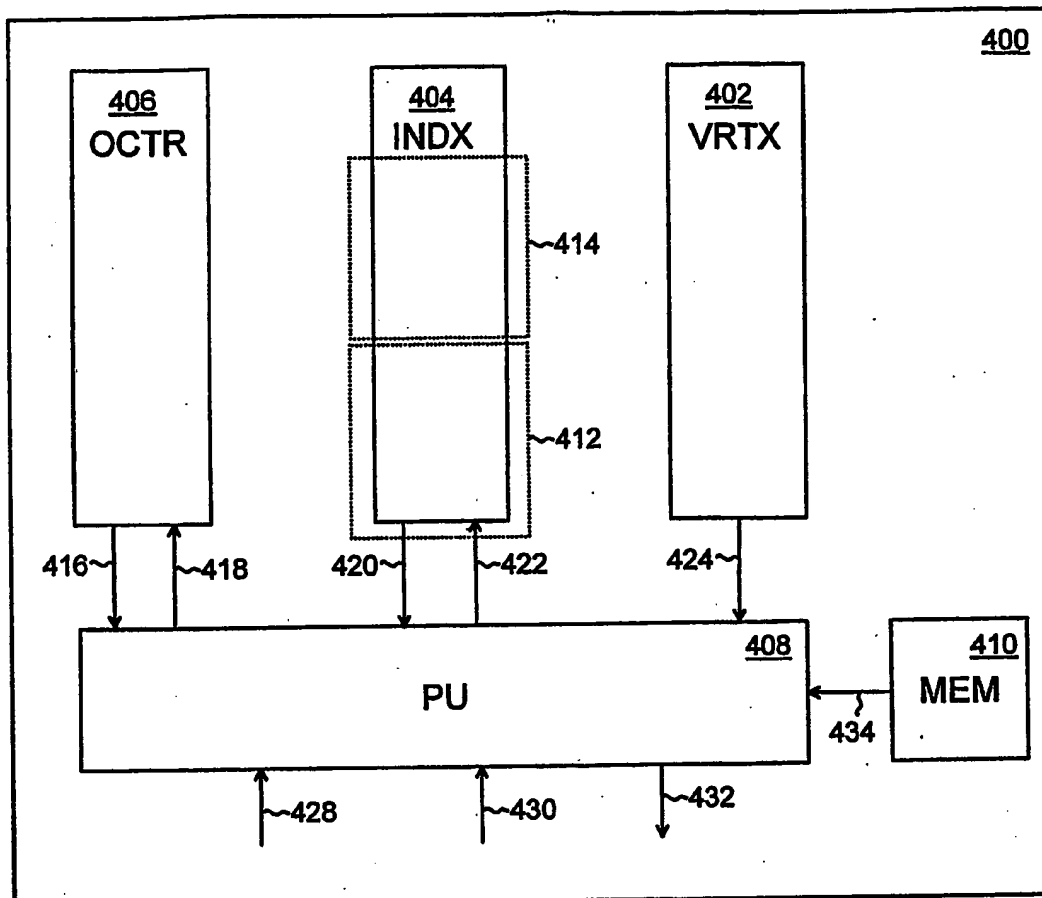


Fig. 4

L4
4/6

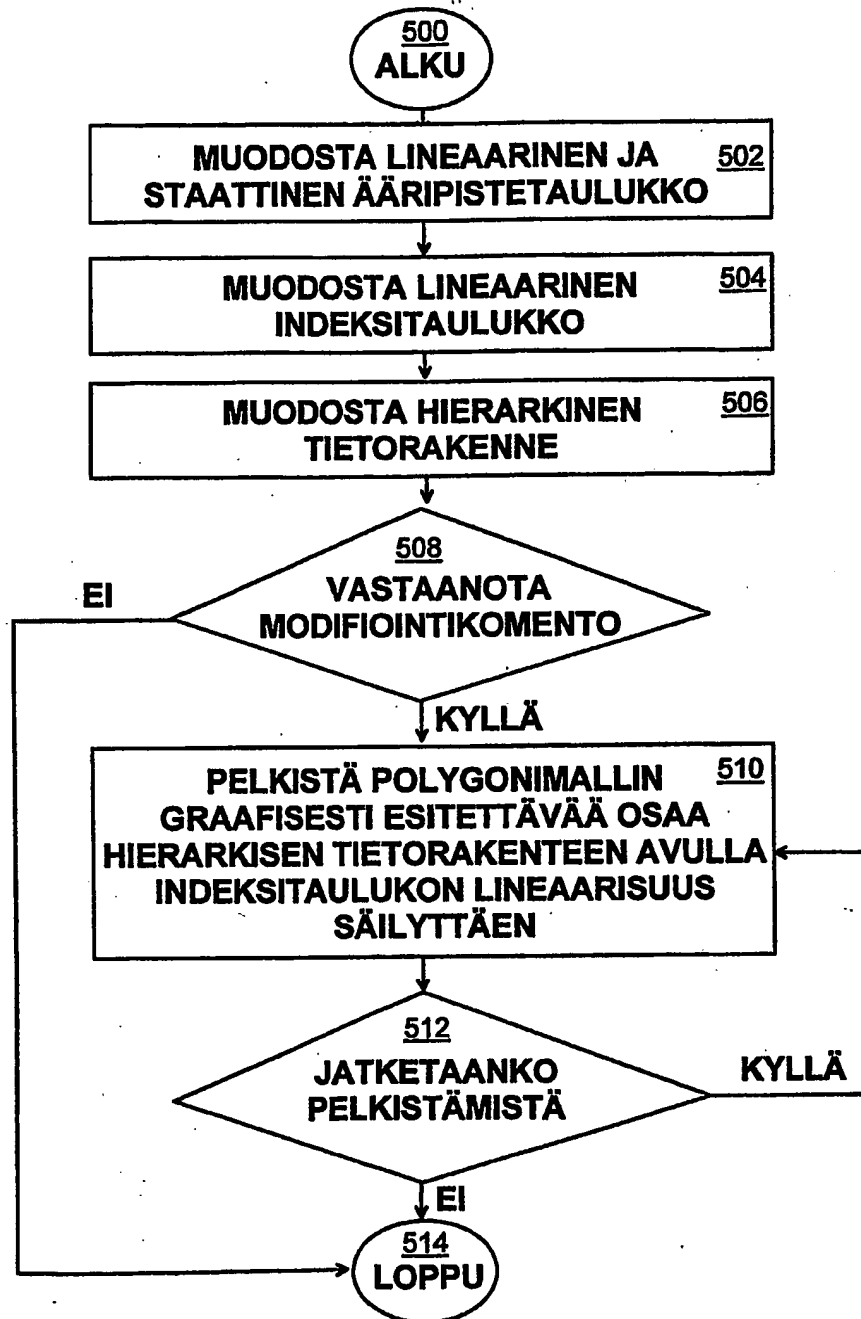


Fig. 5

L4

5/6

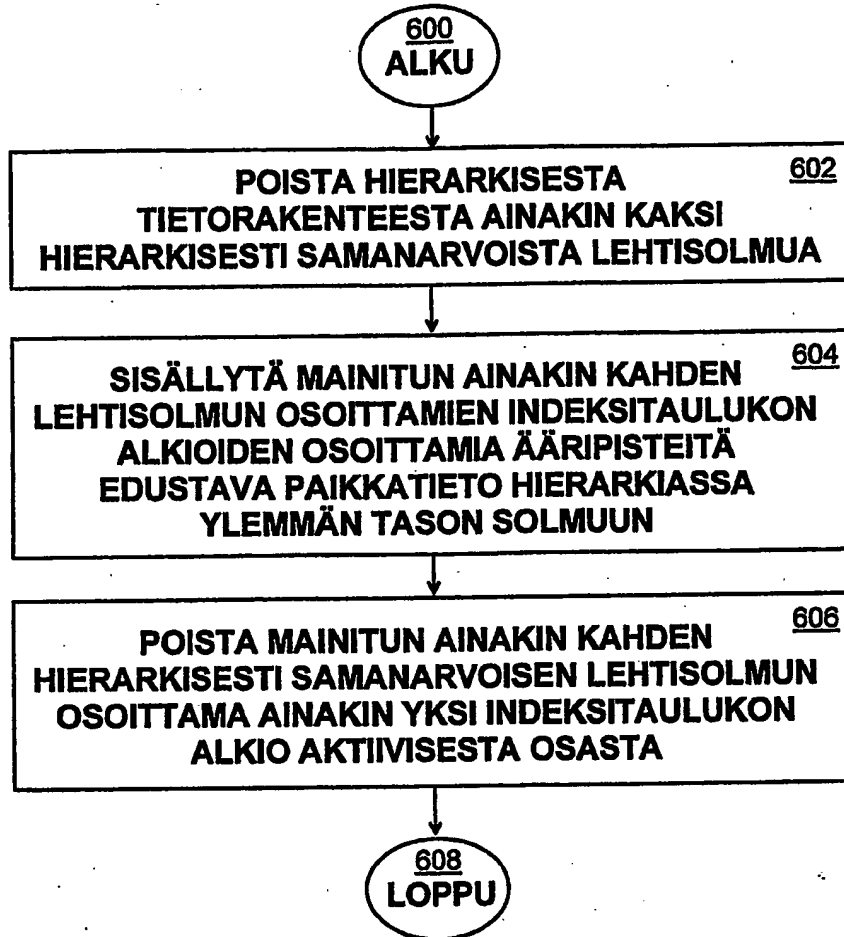


Fig. 6

L4

6/6

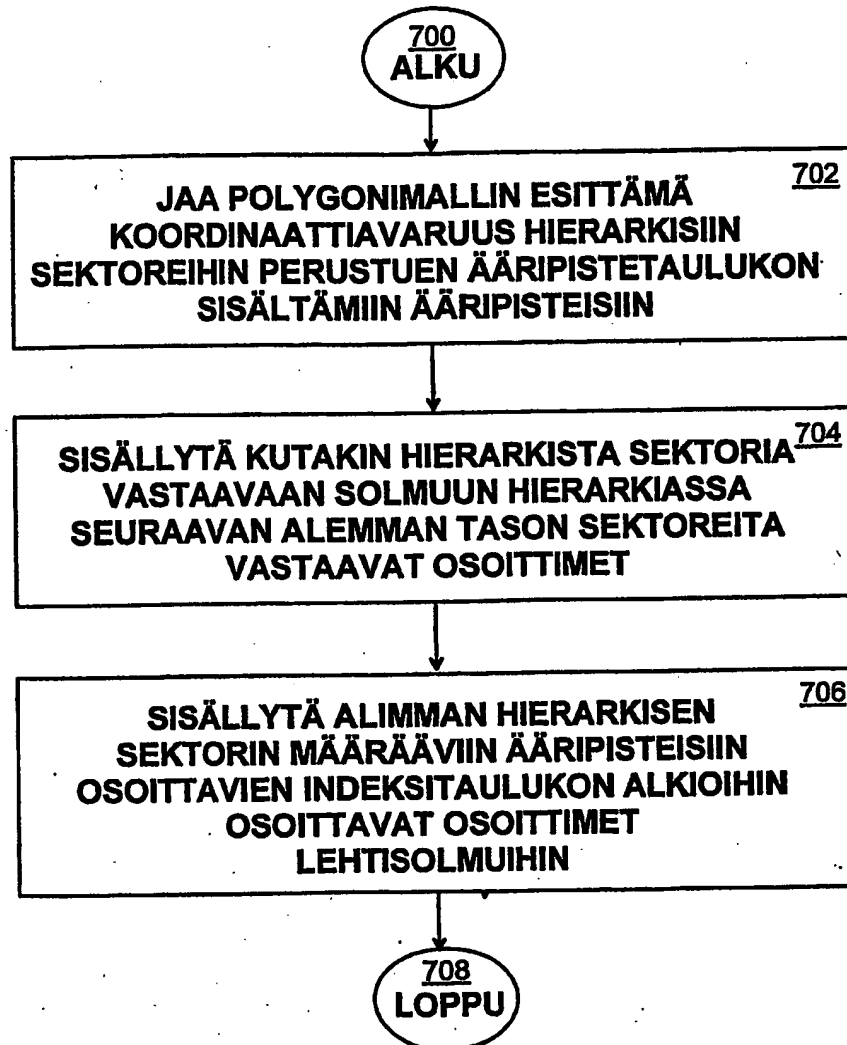


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.